

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-303172  
(P2000-303172A)

(43)公開日 平成12年10月31日(2000. 10. 31)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	キーワード*(参考)
C 2 3 C 14/34		C 2 3 C 14/34	C 2 H 0 9 5
G 0 3 F 1/08		G 0 3 F 1/08	L 4 K 0 2 9

審査請求 未請求 請求項の数1 OL (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平11-108838

(22)出願日 平成11年4月16日(1999. 4. 16)

(71)出願人 000002060

信越化学工業株式会社

東京都千代田区大手町二丁目6番1号

(72)発明者 岡崎 智

新潟県中頸城郡頸城村大字西福島28-1

信越化学工業株式会社合成技術研究所内

(74)代理人 100079304

弁理士 小島 隆司 (外1名)

Fターム(参考) 2H095 BB25 BB31

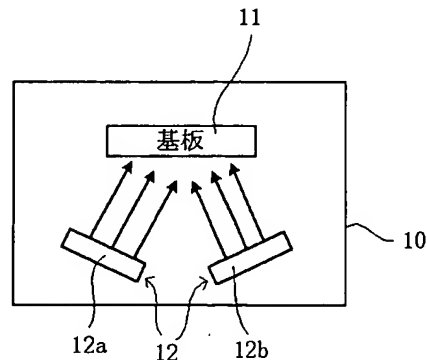
4K029 BDD0 CA05 CA15 DC16 JA01

(54)【発明の名称】 スパッター膜の形成方法

(57)【要約】

【解決手段】 スパッター室内において基板を所定速度で移動させると共に、上記スパッター室内に配設されたターゲットからのスパッター粒子によるスパッター膜を上記基板表面に形成する、基板に対するスパッター膜の形成方法において、上記基板の移動方向に対して直角方向に沿って左右に一对のターゲットを配設すると共に、これら一对のターゲットを互いに基板側の面が向き合う状態でそれぞれ基板面に対して傾斜して配置させて、スパッター成膜を行うことを特徴とする基板に対するスパッター膜の形成方法。

【効果】 本発明によれば、基板の面内膜厚分布が改良され、スパッター膜の優れた膜厚均一性を達成し得る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 スパッター室内において基板を所定速度で移動させると共に、上記スパッター室内に配設されたターゲットからのスパッター粒子によるスパッター膜を上記基板表面に形成する、基板に対するスパッター膜の形成方法において、上記基板の移動方向に対して直角方向に沿って左右に一对のターゲットを配設すると共に、これら一对のターゲットを互いに基板側の面が向き合う状態でそれぞれ基板面に対して傾斜して配置させて、スパッター成膜を行うことを特徴とする基板に対するスパッター膜の形成方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、フォトマスクブランクスなどの製造に好適に利用される基板に対するスパッター膜の通過式成膜方式による形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】最近において、リソグラフィ技術は精密性、微細性が要求され、これに伴ってフォトマスクも益々精密性、微細性が要求されるようになってきている。そして、フォトマスクを精密、微細化するためには、パターニング前のフォトマスクブランクスにおいて、基板に対する成膜のより一層の均一性が要求されている。

【0003】従来、フォトマスクブランクスは、ガラス等の基板にクロム、酸化クロム等をスパッタリングによって成膜することにより製造されているが、最近の高度な均一成膜化の要求に対しては十分に対応されていないのが現状である。

【0004】即ち、スパッター成膜方法（反応性スパッター法も含む）には、大きく分けて固定式成膜方法と通過式成膜方法が知られている。

【0005】このうち、固定式成膜方法において、面内膜厚分布を改良する方法としては、ターゲットサイズを基板に対してできるだけ大きくする方法が採用されている。しかしながら、この方法は、材料の面や経済的な面から大きな損失があり、有効な方法ではない。また、ターゲットと基板間の距離（T/S間距離）を大きくすることでも成膜分布をある程度改良し得るが、成膜速度が低下し、経済的な損失が大きすぎるため、得策ではない。

【0006】更に、ターゲットに磁界を与えてプラズマを制御し、膜厚分布を改良するマグネトロン方式も一般的に採用されているが、それでも磁場制御に限界があり、 $\pm 1\%$ 以内の膜厚分布に改良することは非常に困難である。

【0007】これに対し、通過式成膜方法は、基板を所定速度で移動させながらスパッタリングを行う方法であり、この方法においては、基板の移動方向（進行方向）の膜厚分布は極めて優れており、基板のスパッター室内

における通過速度を一定に制御することで、膜厚分布を $\pm 1\%$ 以内に抑えることが容易である。

【0008】しかしながら、この通過式成膜方法においても、基板の移動方向に対し直角方向における膜厚分布の制御は非常に困難であり、固定式成膜方法と同様の問題がある。図8、9はこれを示すもので、図中1は基板、2はスパッター膜、3はターゲット、4はマグネトロンを示し、図8は通常のスパッタリング方法により得られたスパッター膜、図9はマグネトロン方式によるスパッタリング方法により得られたスパッター膜であり、図において、紙面又は画面に対し垂直方向が基板の移動方向である。従って、基板の移動方向に対して直角方向の膜厚分布が、通常のスパッタリング方法では偏平山形状となり、マグネトロン方式では膜厚均一性が若干改良されているものの、中央部の膜厚及び両端部の膜厚がそれぞれ薄い二山状となり、膜厚均一性がなお十分ではない。

【0009】このため、いずれの方向においても膜厚均一性に優れたスパッター膜を形成することができスバッタリング方法が望まれていた。

【0010】

【課題を解決するための手段及び発明の実施の形態】本発明者は、上記要望に応えるため鋭意検討を行った結果、通過式成膜方法において、基板の移動方向に対して直角方向（以下、この方向を基板の幅方向という）に沿って左右に一对のターゲットを、互いに基板側の面が向き合うような状態で基板面に対して傾斜して配設することにより、面内膜厚均一性が顕著に改良されることを見出した。即ち、上述したように、通過式成膜方法においては、もともと基板の移動方向に沿ったスパッター膜の膜厚均一性は優れ、 $\pm 1\%$ 以内の膜厚分布に抑えることは容易であったが、基板の幅方向に沿った膜厚均一性には劣るものであった。ところが、上記のように一对のターゲットを基板の幅方向に沿って傾斜配置することにより、基板の幅方向に沿ったスパッター膜の膜厚均一性が向上し、基板の幅方向の膜厚分布も $\pm 1\%$ 以内に抑えることができることを知見し、本発明をなすに至った。

【0011】従って、本発明は、スパッター室内において基板を所定速度で移動させると共に、上記スパッター室内に配設されたターゲットからのスパッター粒子によるスパッター膜を上記基板表面に形成する、基板に対するスパッター膜の形成方法において、上記基板の移動方向に対して直角方向に沿って左右に一对のターゲットを配設すると共に、これら一对のターゲットを互いに基板側の面が向き合う状態でそれぞれ基板面に対して傾斜して配置させて、スパッター成膜を行うことを特徴とする基板に対するスパッター膜の形成方法を提供する。

【0012】以下、本発明につき更に詳しく説明する。本発明のスバッタリング方法は、図1、2に示したように、スパッター室10内において、基板11を所定速度

で所定方向(図1中、矢印A方向が進行方向を示し、図2では紙面又は画面に対し垂直方向が進行方向である)に移動させながらスパッタリングを行う通過式成膜方式によるもので、それ自体は公知の方法を採用し得る。なお、本発明においては、上記スパッター室10内に配設されたターゲット12からのスパッター粒子を基板11表面に付着、成膜するものであるが、この場合、本発明のスパッタリングは、アルゴン等の不活性ガス雰囲気で行うスパッタリングに限られず、アルゴン等の不活性ガスに酸素ガスや窒素ガスあるいはメタンガス等の反応性ガスを混入して行う反応性スパッタリングを含む意味で用いる。

【0013】本発明は、かかる通過式成膜方式によるスパッタリング方法において、上記基板11の移動(進行)方向に対して直角方向(基板11の幅方向)に沿って一対のターゲット12a、12bを配設する。この場合、これら一対のターゲット12a、12bは、図2に示したように、基板11側の面が向き合う状態でそれぞれ基板面に対して傾斜させて、つまりそれぞれのターゲット12a、12bがその内側端部より外側端部を基板11に近接するように傾斜させて配設するものである。このような斜入射ターゲットを用いた場合には、ターゲットと基板との間の距離(T/S間距離)が近い部分では成膜速度が速くなり、T/S間距離の遠い部分では成膜速度が遅くなるため、スパッター膜の膜厚分布が大きくなるものであるが、上記のように一対の斜入射ターゲット12a、12bを用いた場合には、図3に示したように、左ターゲット12aからのスパッター膜13aと、右ターゲット12bからのスパッター膜13bとが合成されて、膜厚分布が小さく、均一膜厚性に優れたスパッター膜13が得られる。従って、本発明によれば、基板面内の幅方向に沿った膜厚分布を理想的な均一性を達成するところまで最適化していくことが可能であり、±1%以内の膜厚分布にすることができるものであり、通過式成膜方法の採用により基板の進行方向に沿った膜厚分布を±1%以内に抑えることと併せ、通過式成膜方法の本来有している高いスループットを損なうことなく、幅方向に沿って優れた膜厚均一性を達成できるものである。

【0014】なお、本発明において、スパッタリング方法は、直流電源を用いたものでも高周波電源を用いたものでもよく、またマグネトロンスパッタリング方式であってもよく、特に限定されるものではない。本発明においては、スパッタープロセス的にも、スパッター圧を変えることでスパッター粒子の到達距離を変えて膜厚分布を変えることができ、更に、マグネトロンの配置や強度を変更することで膜厚分布を変えることができる。しかし、これらいずれの方法でも膜厚分布を変える因子にはなり得るが、一つの斜入射ターゲットを用いただけでは面内膜厚均一性を達成することは困難であり、また従来

のようにターゲットを基板に平行に配置しても同様に面内膜厚均一性は達成されない。本発明に従って一対の斜入射ターゲットを上述した態様で配置する場合に、はじめて良好な面内膜厚均一性を達成することができるものである。但し、本発明においては、一対の斜入射ターゲットを一組配設することに限られず、上記一対の斜入射ターゲットを複数組配設することは任意である。

【0015】ここで、上記ターゲット12a、12bの傾斜角度は適宜選定されるが、図4に示すように、傾斜角度(基板面の直角方向とターゲット面の直角方向との角度) $\theta$ は10°~60°、特に15°~45°の範囲で選定することができ、またT/S間距離(ターゲットの中央部と基板との間の距離)Lは30~300mm、特に50~140mmの範囲で選定できる。

【0016】また、上記基板11の移動(進行)速度も適宜選定されるが、通常0.1~100mm/秒、特に1~30mm/秒である。

【0017】なお、基板やターゲットの材料は特に制限されず、用途などに応じて選択することができる。例えば、本発明方法はフォトリソの製作などに好適に用いられるが、この場合、石英基板、低膨張ガラス基板、ホタル石基板などを用いることができ、ターゲットとしては、Cr、Ta、W、MoSi、WSi及びこれらの酸化物などを用いることができる。

【0018】

【実施例】以下、実施例と比較例を示し、本発明を具体的に説明するが、本発明は下記の実施例に制限されるものではない。

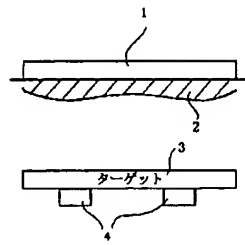
【0019】〔実施例、比較例〕図5、6に示すスパッター装置を用いて、6インチ角石英基板(商品名:SZS6025、信越化学工業(株)製)に対し、スパッター膜を形成した。なお、図5において、20はスパッター室、21はロードロック室であり、各スパッター室20内には、図6に示したように、石英基板22の下側にそれぞれ一対の5インチ×20インチの斜入射クロムターゲット23a、23bを配設した。この場合、基板搬送速度は7mm/秒の一定とし、DCマグネトロンスパッタリング方式を用い、投入パワー密度を10W/cm<sup>2</sup>、Arガスを使用し、スパッター圧は0.1Paとし、成膜時の基板温度は150℃一定とした。

【0020】基板上にCr膜を約1000Å成膜し、その面内膜厚分布をソーブラ社製エリプソメーターGES P5(Grazing X-ray付き)で測定した。図7に基板面内膜厚分布の測定位置を示す。測定は、基板進行方向Aと垂直な方向に10mm間隔で13点測定した。結果を表1に示す。

【0021】なお、比較のため、上記装置において、斜入射ターゲット(右ターゲット)1個のみを用いた場合(比較例1)、また平行平板型インラインスパッター装置を用いた場合(比較例2)の結果を示す。



【図9】



\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the formation approach by the passage type membrane formation method of the spatter film to the substrate used suitable for manufacture of photo-mask BURANKUSU etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recently, a precision level and detailed nature are required and, as for a lithography technique, a precision level and detailed nature are increasingly required also for a photo mask in connection with this. And in the photo mask, a precision and in order to make it detailed, in photo-mask BURANKUSU before patterning, much more homogeneity of the membrane formation to a substrate is demanded.

[0003] Conventionally, although it is manufactured when photo-mask BURANKUSU forms chromium, chrome oxide, etc. by sputtering to substrates, such as glass, the actual condition is fully not corresponding to the demand of the latest advanced formation of homogeneity membrane formation.

[0004] That is, it roughly divides into the spatter membrane formation approach (a reactant sputtering technique is also included), and the fixed membrane formation approach and the passage type membrane formation approach are learned.

[0005] Among these, in the fixed membrane formation approach, the approach of enlarging target size as much as possible to a substrate as an approach of improving field intima thickness distribution is adopted. However, from the field or the economical field of an ingredient, this approach has big loss and is not an effective approach. Moreover, although enlarging distance between a target and a substrate (distance between T/S) can also improve membrane formation distribution to some extent, a membrane formation rate falls, and since economical loss is too large, it is not a best policy.

[0006] Furthermore, although the magnetron method which gives a field to a target, controls the plasma and improves thickness distribution is generally also adopted, it is dramatically difficult for a limitation to be still in magnetic field control, and to improve to less than \*\*1% of thickness distribution.

[0007] On the other hand, the passage type membrane formation approach is an approach of performing sputtering, moving a substrate at a predetermined rate, in this approach, thickness distribution of the migration direction (travelling direction) of a substrate is excelling extremely and controlling the spatter indoor transit rate of a substrate uniformly, and it is easy to suppress thickness distribution within \*\*1%.

[0008] However, also in this passage type membrane formation approach, to the migration direction of a substrate, control of the thickness distribution in the direction of a right angle is dramatically difficult, and has the same problem as the fixed membrane formation approach. The spatter film and 3 show a target, as for a substrate and 2, 4 shows a magnetron, drawing 8 and 9 show this and it is [ one in drawing is the spatter film from which drawing 8 was obtained by the usual sputtering approach, and the spatter film obtained by the sputtering approach according / drawing 9 / to a magnetron method, and ] the migration direction of a substrate perpendicularly to space or a screen in drawing. Therefore,

thickness distribution of the direction of a right angle serves as a flat crest configuration by the usual sputtering approach to the migration direction of a substrate, although thickness homogeneity is improved a little by the magnetron method, the thickness of a center section and the thickness of both ends serve as the shape of respectively thin 2 crests, and in addition, thickness homogeneity is not enough.

[0009] For this reason, the sputtering approach which can form the spatter film which was excellent in thickness homogeneity also in which direction was desired.

[0010]

[The means for solving a technical problem and the gestalt of implementation of invention] It found out that field intima thickness homogeneity was notably improved by inclining to a substrate side in the condition that the field by the side of a substrate faces [ in / in order that this invention person may meet the above-mentioned want , as a result of inquiring wholeheartedly / the passage type membrane formation approach ] right and left mutually in the target of a couple along the direction of a right angle (the following and this direction are called cross direction of a substrate ) to the migration direction of a substrate , and arranging . That is, although it was easy for the thickness homogeneity of the spatter film which met in the migration direction of a substrate from the first to be excellent in the passage type membrane formation approach, and to hold down to less than \*\*1% of thickness distribution as mentioned above, it was a thing inferior to the thickness homogeneity which met crosswise [ of a substrate ]. However, by carrying out dip arrangement of the target of a couple along the cross direction of a substrate as mentioned above, the thickness homogeneity of the spatter film which met crosswise [ of a substrate ] improves, the knowledge of the ability to also suppress thickness distribution of the cross direction of a substrate within \*\*1% is carried out, and it came to make this invention.

[0011] Therefore, while this invention moves a substrate at a predetermined rate in the spatter interior of a room In the formation approach of the spatter film for a substrate which forms in the above-mentioned substrate front face the spatter film by the spatter particle from the target arranged in the above-mentioned spatter interior of a room While arranging the target of a couple in right and left along the direction of a right angle to the migration direction of the above-mentioned substrate In the condition that the field by the side of a substrate faces mutually, it inclines, the target of these couples is arranged to a substrate side, respectively, and the formation approach of the spatter film for the substrate characterized by performing spatter membrane formation is offered.

[0012] Hereafter, lessons is taken from this invention and it explains in more detail. The sputtering approach of this invention is based on the passage type membrane formation method which performs sputtering, moving a substrate 11 at a predetermined rate into the spatter room 10 in the predetermined direction (the direction of arrow-head A shows a travelling direction among drawing 1 , and it is a travelling direction perpendicularly to space or a screen in drawing 2 ), as shown in drawing 1 and 2, and a well-known approach can be used for it in itself. In addition, in this invention, although it adheres to substrate 11 front face and the spatter particle from the target 12 arranged in the above-mentioned spatter room 10 is formed, in this case, sputtering of this invention is not restricted to sputtering performed in inert gas ambient atmospheres, such as an argon, but is used in semantics including reactive sputtering performed by mixing reactant gas, such as oxygen gas, nitrogen gas, or methane, in inert gas, such as an argon.

[0013] This invention arranges the targets 12a and 12b of a couple along the direction of a right angle (cross direction of a substrate 11) in the sputtering approach by this passage type membrane formation method to the migration (progress) direction of the above-mentioned substrate 11. In this case, as shown in drawing 2 , make the targets 12a and 12b of these couples incline to a substrate side, respectively in the condition that the field by the side of a substrate 11 faces each other, that is, they are made to incline so that each target 12a and 12b may approach a substrate 11 in an outside [ edge / that / inside ] edge, and are arranged. Although a membrane formation rate becomes quick, and thickness distribution of the spatter film becomes large by the part with a far distance between T/S in a part with a near distance between a target and a substrate (distance between T/S) since a membrane formation rate becomes slow when such an oblique incidence target is used When the oblique incidence targets 12a and 12b of a

couple are used as mentioned above. As shown in drawing 3, spatter film 13a from left target 12a and spatter film 13b from right target 12b are compounded, thickness distribution is small and the spatter film 13 excellent in homogeneous membrane thickness nature is obtained. Therefore, it is possible to optimize the thickness distribution which met crosswise within a substrate side till the place which attains ideal homogeneity according to this invention. Can make it less than \*\*1% of thickness distribution, and it combines with suppressing the thickness distribution which met the travelling direction of a substrate by adoption of the passage type membrane formation approach within \*\*1%. The thickness homogeneity which was excellent along the cross direction can be attained without spoiling the high throughput which the passage type membrane formation approach originally has.

[0014] In addition, in this invention, that for which what used DC power supply used the RF generator is sufficient as the sputtering approach, and it may be a magnetron sputtering method, and is not limited especially. In this invention, the range of a spatter particle can be changed by changing spatter \*\* also in spatter process, thickness distribution can be changed, and thickness distribution can be further changed by changing arrangement and reinforcement of a magnetron. However, only by using one oblique incidence target, although it can become the factor which changes thickness distribution by any [ these ] approach, even if attaining field intima thickness homogeneity arranges a target to a substrate like before difficult at parallel, similarly field intima thickness homogeneity is not attained. When arranging in the mode which mentioned the oblique incidence target of a couple above according to this invention, good field intima thickness homogeneity can be attained for the first time. However, in this invention, it is arbitrary for it not to be restricted to carrying out lot arrangement of the oblique incidence target of a couple, but to arrange two or more sets of oblique incidence targets of a up Norikazu pair.

[0015] Although whenever [ tilt-angle / of the above-mentioned targets 12a and 12b ] is selected suitably, here As shown in drawing 4, theta whenever [ tilt-angle ] (include angle of the direction of a right angle of a substrate side, and the direction of a right angle of a target side) 10-60 degrees. Especially, it can select in 15-45 degrees, and especially the distance L between T/S (distance between the center section of the target and a substrate) can be selected in 50-140mm 30-300mm.

[0016] Moreover, although the migration (progress) rate of the above-mentioned substrate 11 is also selected suitably, it is [ second ] usually 1-30mm/second especially 0.1-100mm /.

[0017] In addition, especially the ingredient of a substrate or a target is not restricted but can be chosen according to an application etc. For example, although this invention approach is used suitable for a fabrication of a photo mask etc., a quartz substrate, a low-thermal-expansion-glass substrate, a fluorite substrate, etc. can be used in this case, and Cr, Ta, W, MoSi, WSi(s), these oxides, etc. can be used as a target.

[0018]

[Example] Although an example and the example of a comparison are shown and this invention is explained concretely hereafter, this invention is not restricted to the following example.

[0019] [An example and example of a comparison] The spatter film was formed to the 6 inch Tsunoishi [ Hidemoto ] plate (trade name: SZS6025, Shin-Etsu Chemical Co., Ltd. make) using drawing 5 and the sputtering system shown in 6. In addition, in drawing 5, 20 is a spatter room, 21 is a load lock chamber, and in each spatter room 20, as shown in drawing 6, the 5 inch x20 inch oblique incidence chromium targets 23a and 23b of a couple were arranged at the quartz substrate 22 bottom, respectively. In this case, the substrate bearer rate presupposed that 7mm/a second is fixed, using DC magnetron sputtering method, 10 W/cm<sup>2</sup> and Ar gas were used, spatter \*\* set charge power density to 0.1Pa, and the substrate temperature at the time of membrane formation set it constant 150 degrees C.

[0020] About 1000A of Cr film was formed on the substrate, and the field intima thickness distribution was measured by the ellipsometer GESP5 (with Grazing X-ray) by the sow plastic company. The measuring point of substrate side intima thickness distribution is shown in drawing 7. 13 measurement was measured at intervals of 10mm in the direction vertical to the substrate travelling direction A. A result is shown in a table 1.

[0021] In addition, when one oblique incidence target (right target) is used in the above-mentioned equipment for a comparison (example 1 of a comparison), the result at the time of using a parallel plate



mold in-line sputtering system (example 2 of a comparison) is shown.

[0022]

[A table 1]

	実施例						比較例	
	1	2	3	4	5	6	1	2
ターゲット	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr
ガス	Ar	Ar	Ar	Ar	Ar	Ar	Ar	Ar
スパッター圧 (Pa)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
パワー密度 (W/cm <sup>2</sup> )	10	10	10	10	10	10	10	10
T/S間距離 (mm)	140	140	140	70	100	80	140	140
ターゲット角度 (°)	30	33	26	40	36	60	15	0
搬送速度 (mm/秒)	7	7	7	7	7	7	7	7
平均膜厚 (Å)	986	962	995	778	983	697	690	1658
膜厚分布 (±%以内)	0.2	0.2	0.3	0.5	0.4	0.9	22	3.7

[0023]

[Effect of the Invention] According to this invention, field intima thickness distribution of a substrate is improved and the thickness homogeneity which was excellent in the spatter film can be attained.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] While moving a substrate at a predetermined rate in the spatter interior of a room, form in the above-mentioned substrate front face the spatter film by the spatter particle from the target arranged in the above-mentioned spatter interior of a room. In the formation approach of the spatter film for a substrate, while arranging the target of a couple in right and left along the direction of a right angle to the migration direction of the above-mentioned substrate The formation approach of the spatter film for the substrate characterized by inclining, arranging the target of these couples to a substrate side, respectively in the condition that the field by the side of a substrate faces mutually, and performing spatter membrane formation.

---

[Translation done.]